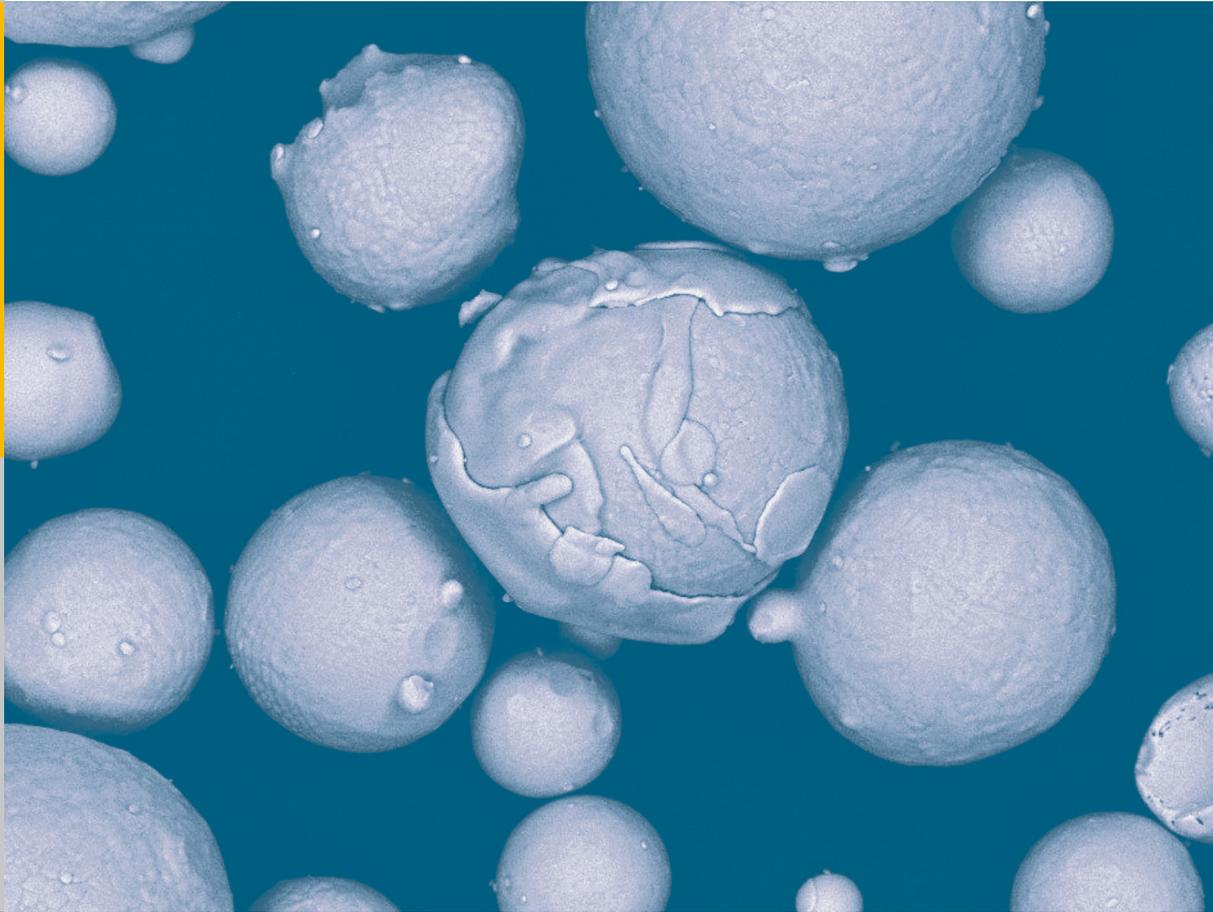


# Herstellung und Charakterisierung oxiddispersionsverstärkter Haftvermittlerschichten

Jan Bergholz



Energie & Umwelt /  
Energy & Environment  
Band / Volume 369  
ISBN 978-3-95806-223-8

 **JÜLICH**  
FORSCHUNGSZENTRUM

# Inhaltsverzeichnis

<b>Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1 Gasturbinen . . . . .	1
1.2 Wärmedämmschichten - Entwicklung und Status . . . . .	5
1.2.1 Substrate . . . . .	5
1.2.2 Wärmedämmschichtsysteme - TBC-Systeme . . . . .	6
1.2.3 Phasen in der Haftvermittlerschicht . . . . .	9
1.2.4 Oxidschicht - TGO . . . . .	10
1.3 Reaktive Elemente Effekt . . . . .	14
1.3.1 Oxiddispersionsverstärkte (ODS) Legierungen . . . . .	15
1.4 Analysemethoden zur Probencharakterisierung . . . . .	16
1.4.1 Rasterelektronenmikroskopie - REM . . . . .	16
1.4.2 Transmissionselektronenmikroskopie - TEM . . . . .	17
1.4.3 Lasermikroskopie . . . . .	17
1.4.4 Rauheit . . . . .	17
1.4.5 Laserbeugungsanalyse . . . . .	18
1.4.6 Chemische Analyse . . . . .	18
1.4.7 Geschwindigkeits- und Temperaturmessung . . . . .	18
1.4.8 Photolumineszenz-Spektroskopie - PSLS . . . . .	18
1.4.9 Thermogravimetrische Analyse - TGA . . . . .	20
1.4.10 Messung der Partikelhärte über Mikroindentation . . . . .	20
1.4.11 Quantitative Bildanalyse . . . . .	21
1.5 Ausgangsmaterialien . . . . .	26
1.5.1 Matrixmaterial . . . . .	26
1.5.2 $Al_2O_3$ . . . . .	26
1.5.3 $Y_2O_3$ . . . . .	27
1.5.4 $HfO_2$ . . . . .	29
1.5.5 Mischverhältnisse . . . . .	30
<b>2 Herstellung oxiddispersionsverstärkter Pulver</b>	<b>31</b>
2.1 Mechanisches Legieren . . . . .	31
2.1.1 Einfluss des Mahlgutsystems . . . . .	32
2.1.2 Wirkende Kräfte . . . . .	32
2.1.3 Verwendete Maschine . . . . .	33
2.1.4 Mahlkammer . . . . .	34

2.1.5	Mahlhilfsmittel - Process Control Agent - PCA . . . . .	34
2.1.6	Optimierung der ODS Pulverherstellung . . . . .	35
2.2	Experimentelles - Mechanisches Legieren . . . . .	38
2.2.1	Vorbereitung . . . . .	38
2.2.2	Versuchsplan . . . . .	38
2.2.3	Nachbereitung . . . . .	39
2.3	Ergebnisse . . . . .	41
2.3.1	Mahldauer-Variation . . . . .	41
2.3.2	Mahlhilfsmittel-Variation . . . . .	47
2.4	Diskussion . . . . .	55
2.5	Schlussfolgerung . . . . .	58
<b>3</b>	<b>Applikation oxiddispersionsverstärkter Haftvermittlerschichten über thermisches Spritzen</b>	<b>60</b>
3.1	Thermisches Spritzen . . . . .	60
3.1.1	Grundlagen des thermischen Spritzens . . . . .	60
3.1.2	Hochgeschwindigkeits Flammsspritzen - HVOF . . . . .	62
3.1.3	Plasmaspritzen . . . . .	65
3.2	Experimentelles - Thermisches Spritzen . . . . .	67
3.2.1	Hochgeschwindigkeits Flammsspritzen - HVOF . . . . .	67
3.2.2	Vakuumplasmaspritzen . . . . .	72
3.3	Ergebnisse und Diskussion . . . . .	73
3.3.1	Hochgeschwindigkeits Flammsspritzen - HVOF . . . . .	73
3.3.2	Vakuumplasmaspritzen . . . . .	84
3.4	Schlussfolgerung . . . . .	87
<b>4</b>	<b>Performance von oxiddispersionsverstärkten Haftvermittlerschichten</b>	<b>89</b>
4.1	Experimentelle Beschreibung . . . . .	91
4.1.1	Probenherstellung . . . . .	91
4.1.2	Versuche und Analyse . . . . .	94
4.2	Ergebnisse und Diskussion . . . . .	99
4.3	Schlussfolgerung . . . . .	116
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>117</b>
<b>6</b>	<b>Danksagung</b>	<b>120</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>122</b>

**Energie & Umwelt /  
Energy & Environment  
Band / Volume 369  
ISBN 978-3-95806-223-8**

